

Docket No. 218135US2/btm



#3

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hiromichi ATSUUMI

GAU: 2872

SERIAL NO: 10/047,092

EXAMINER:

FILED: January 17, 2002

FOR: SCANNING OPTICS WITH OPTICAL ELEMENTS FORMED OF RESIN AND OPTICAL SCANNING
DEVICE AND IMAGE FORMING APPARATUS USING THE SAME

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SI

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

JAPAN

APPLICATION NUMBER

2001-011226

MONTH/DAY/YEAR

January 19, 2001

RECEIVED
MAR 20 2002
TECHNICAL SERVICES DIVISION 2600

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
(B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak
Registration No. 24,913

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803



22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 10/98)

10/047,092

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-011226

出 願 人

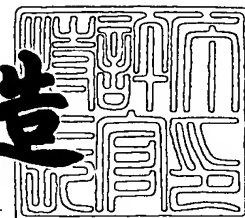
Applicant(s):

株式会社リコー

2001年12月28日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3111730

【書類名】 特許願

【整理番号】 0009413

【提出日】 平成13年 1月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明の名称】 走査結像光学系・光走査装置および画像形成装置

【請求項の数】 12

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

 【氏名】 厚海 広道

【特許出願人】

 【識別番号】 000006747

 【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代理人】

 【識別番号】 100067873

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 樺山 亨

【選任した代理人】

 【識別番号】 100090103

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 本多 章悟

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 014258

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9809112

特 2 0 0 1 - 0 1 1 2 2 6

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 走査結像光学系・光走査装置および画像形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光束をカップリングする第 1 光学系と、

この第 1 光学系からの光束を、主走査方向に長く略線状に集光する第 2 光学系と、

上記略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有し、該偏向反射面により光束を偏向する光偏向器により偏向される偏向光束を、被走査面に向けて集光し、上記被走査面上に光走査のための光スポットを形成する第 3 光学系とを有し、

上記第 3 光学系は、1 枚以上の樹脂製結像素子を有し、

上記第 2 光学系は、1 枚以上の樹脂製の結像素子と、1 枚以上のガラス製の結像素子を有し、

第 2 光学系の少なくとも 1 面は、副走査断面内において非円弧形状をなす副非円弧面であり、

少なくとも 1 面の副非円弧面が、第 2 光学系の結像素子のうち、第 1 光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する結像素子に形成されていることを特徴とする走査結像光学系。

【請求項 2】

請求項 1 記載の走査結像光学系において、

第 2 光学系の結像素子のうち、第 1 光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する結像素子面に副非円弧面が形成されていることを特徴とする走査結像光学系。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の走査結像光学系において、

第 2 光学系が、2 個の樹脂製のレンズと、1 個のガラス製のレンズとで構成され、上記 2 個の樹脂製のレンズは副走査方向に負レンズであって第 1 光学系側に配置され、上記ガラス製のレンズは副走査方向に正レンズであって、光偏向器側に配置され、上記 2 個の樹脂製レンズの少なくとも 1 方は、主走査方向に、第 3

光学系の樹脂製結像素子の主走査方向のパワーと逆のパワーを有することを特徴とする走査結像光学系。

【請求項 4】

請求項 3 記載の走査結像光学系において、

2 個の樹脂製のレンズの一方は、入射側が凹の球面で、射出側が凹のシリンドリカル面である負レンズで第 1 光学系側に配置され、上記 2 個の樹脂製のレンズの他方は、副走査方向に負のパワーを持つシリンドリカルレンズであり、

ガラス製のレンズは、主・副走査方向に正のパワーを持つトロイダルレンズで上記シリンドリカルレンズの光偏向器側に配置され、入射側面が副非円弧面であることを特徴とする走査結像光学系。

【請求項 5】

光源からの光束をカップリングする第 1 光学系と、

この第 1 光学系からの光束を、主走査方向に長く略線状に集光する第 2 光学系と、

上記略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有し、該偏向反射面により光束を偏向する光偏向器により偏向される偏向光束を、被走査面に向けて集光し、上記被走査面上に光走査のための光スポットを形成する第 3 光学系とを有し、

上記第 3 光学系は、1 枚以上の樹脂製結像素子を有し、

上記第 2 光学系は、1 枚以上の樹脂製の結像素子と、1 枚以上のガラス製の結像素子を有し、

第 2 光学系の少なくとも 1 面は、副走査断面内において非円弧形状をなす副非円弧面であり、

少なくとも 1 面の副非円弧面が、第 2 光学系の結像素子のうち、第 1 光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する樹脂製の結像素子に形成されていることを特徴とする走査結像光学系。

【請求項 6】

請求項 5 記載の走査結像光学系において、

第 2 光学系の結像素子のうち、第 1 光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する結像素子面に副非円弧面が形成されていることを特徴と

する走査結像光学系。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 記載の走査結像光学系において、

第 2 光学系が、2 個の樹脂製のレンズと、1 個のガラス製のレンズとで構成され、上記 2 個の樹脂製のレンズは副走査方向に負レンズであって第 1 光学系側に配置され、上記ガラス製のレンズは副走査方向に正レンズであって、光偏向器側に配置され、上記 2 個の樹脂製レンズの少なくとも 1 方は、主走査方向に、第 3 光学系の樹脂製結像素子の主走査方向のパワーと逆のパワーを有することを特徴とする走査結像光学系。

【請求項 8】

請求項 7 記載の走査結像光学系において、

2 個の樹脂製のレンズの一方は、入射側が凹の球面で、射出側が凹のシリンドリカル面である負レンズで第 1 光学系側に配置され、上記 2 個の樹脂製のレンズの他方は、副走査方向に負のパワーを持つシリンドリカルレンズで、射出側面が副非円弧面であり、

ガラス製のレンズは、主・副走査方向に正のパワーを持つトロイダルレンズで上記シリンドリカルレンズの光偏向器側に配置されることを特徴とする走査結像光学系。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 の任意の 1 に記載の走査結像光学系において、

第 3 光学系が、副非円弧面を少なくとも 1 面有することを特徴とする走査結像光学系。

【請求項 10】

光源からの光束を第 1 光学系によりカップリングし、カップリングされた光束を第 2 光学系により主走査方向に長く略線状に集光し、この略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有する光偏向器により偏向させ、偏向光束を、第 3 光学系により被走査面に向けて集光し、上記被走査面上に光スポットを形成して、上記被走査面の光走査を行う光走査装置であって、

第 1 光学系と第 2 光学系と第 3 光学系とで構成される走査結像光学系として、

請求項 1 ～ 9 の任意の 1 に記載のものを用いたことを特徴とする光走査装置。

【請求項 1 1】

感光媒体を光走査する画像形成装置であって、

感光媒体を光走査する光走査装置として、請求項 1 0 記載の光走査装置を用いたことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 記載の画像形成装置において、

感光媒体が光導電性の感光体であり、光走査により静電潜像が形成され、上記静電潜像がトナー画像として可視化されることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、走査結像光学系・光走査装置および画像形成装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、デジタル複写機やレーザープリンタ等の画像形成装置において、光走査による画像形成の高密度化が進みつつあり、感光体上での光スポットのスポット径の小径化が要請されている。また、光走査装置の低コスト化・特殊面形状の実現のため、走査レンズ（ $f \theta$ レンズ等）の樹脂化が進んでいる。

【0 0 0 3】

しかしながら、樹脂製レンズは、環境変化による温・湿度等の変化に由来する曲率半径や屈折率の変動がガラスレンズに比して大きく、このような変動が生じると、像面湾曲の変動が生じ、スポット径が増大して画像劣化の原因になる。

【0 0 0 4】

このため、走査レンズに樹脂製光学素子を用いる場合、環境変化による樹脂製光学素子の光学特性の変動を補正する必要がある。このような補正として、特開平 8 - 2 9 2 3 8 8 号公報には、樹脂製レンズの温度変化に伴う像面湾曲変化が、正レンズと負レンズとで互いに逆に発生することに鑑み、光源から光偏向器に至る光路上に、樹脂製の走査レンズと逆のパワーを持つ樹脂製レンズを配して、

走査レンズで発生する「温度変化による像面湾曲変動」を相殺する補正方法が記載されている。

【0005】

この補正方法は有効であるが、光源と光偏向器との間に配備される樹脂製レンズが主走査方向にパワーを持たないので、温度変化に伴う「樹脂製の走査レンズの主走査方向の像面湾曲変動」の補正機能はなく、主走査方向での光スポットのスポット径増大を防止できない。

【0006】

特開平8-292388号公報記載の発明では、全ての実施例で、負のパワーを持つ樹脂製レンズを「平凹のシリンドリカルレンズ」で構成しているが、実施例にもあるように、レンズ面の曲率半径が約5mmや8mmとかなり小さくなるので、加工精度や組み付け精度が厳しくなる。これは、温度補正機能を1面（凹面）のみに持たせているためである。

【0007】

特許第2804647号公報は、樹脂製の走査レンズの主走査方向のパワーと同じで逆（負）のパワーを持つ樹脂製レンズを用いて主走査方向の像面湾曲を補正する一方、走査レンズの配置位置を制限する事で、副走査方向の像面湾曲変動を「問題ないレベル」に抑える方法（請求項1～4）や、負のパワーを持った樹脂製のシリンドリカルレンズを用い、1面の温度補正機能で副走査方向の像面湾曲補正を行う方法を開示している。

【0008】

しかし、前者の方法では、光走査装置の光学系の設計自由度が大きく制限されてしまうし、後者の方法の場合も、温度補正機能が1面であるので、同様の問題が生じる。

【0009】

上記特許第2804647号公報の請求項9記載の発明では、負のパワーを持った樹脂製レンズは、一方の面が軸対称な非球面、他方の面がシリンドリカル面で、両面とも負のパワーを持つが、上記軸対称な非球面は「主に主走査方向の像面湾曲補正機能」を担っているためパワーが弱く、副走査方向に関する実質的な

像面湾曲補正機能を担うシリンドリカル面のパワーが強くなる。このため、シリンドリカル面の曲率半径は小さくなり、加工精度や組み付け精度が厳しくなる。

【0010】

また、副走査方向の光スポット形状を良好にするには、幾何光学的な像面湾曲の補正のみでは不足、波動光学的な波面収差も補正する必要がある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は、樹脂製の光学素子を含む光走査装置において、温・湿度等の環境変動に起因する主・副走査方向の像面湾曲変動を有効に軽減させ、且つ波面収差を良好に補正することにより、光スポットのスポット径の変動を軽減し、なおかつ小径で良好な光スポットを実現することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

この発明の走査結像光学系は、第1～第3光学系を有する。

「第1光学系」は、光源からの光束をカップリングする光学系である。この第1光学系としてはカップリングレンズや、カップリングミラーを用いることができる。カップリング作用は、光源からの光束を「平行光束」とするような作用でも良く、「弱い発散性あるいは弱い集束性の光束」とするような作用でも良い。

【0013】

「第2光学系」は、第1光学系からの光束を「主走査方向に長く略線状」に集光させる光学系である。

「第3光学系」は、上記略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有し、該偏向反射面により光束を偏向する光偏向器により偏向される偏向光束を、被走査面に向けて集光し、被走査面上に光走査のための光スポットを形成する光学系である。

【0014】

この第3光学系は「1枚以上の樹脂製結像素子」を有する。

そして、上記第2光学系は「1枚以上の樹脂製の結像素子と、1枚以上のガラス製の結像素子」を有し、第2光学系の少なくとも1面は「副走査断面内において非円弧形状をなす副非円弧面」である。

【0015】

「副走査断面」は、光学素子を「主走査方向に直交する仮想的な平断面」で切断したときの断面である。

請求項1記載の走査結像光学系は、少なくとも1面の副非円弧面が、第2光学系の結像素子のうち「第1光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する結像素子」に形成されていることを特徴とする。

【0016】

この場合、副非円弧面を「第2光学系の結像素子のうち、第1光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する結像素子面」に形成することができる（請求項2）。

【0017】

上記請求項1または2記載の走査結像光学系において、第2光学系を「2個の樹脂製のレンズと1個のガラス製のレンズ」とで構成し、上記2個の樹脂製のレンズを何れも「副走査方向に負レンズ」として第1光学系側に配置し、上記ガラス製のレンズを「副走査方向に正レンズ」として光偏向器側に配置し、上記2個の樹脂製レンズの少なくとも1方が、主走査方向に、第3光学系の樹脂製結像素子の主走査方向のパワーと逆のパワーを有するように構成することができる（請求項3）。

【0018】

この請求項3記載の走査結像光学系において、2個の樹脂製のレンズの一方を「入射側が凹の球面で、射出側が凹のシリンドリカル面である負レンズ」として第1光学系側に配置し、2個の樹脂製のレンズの他方を「副走査方向に負のパワーを持つシリンドリカルレンズ」とし、ガラス製のレンズを「主・副走査方向に正のパワーを持つトロイダルレンズ」として上記シリンドリカルレンズの光偏向器側に配置し、このガラス製のレンズの入射側面を副非円弧面とすることができる（請求項4）。

【0019】

請求項5記載の走査結像光学系は、少なくとも1面の副非円弧面が「第2光学系の結像素子のうち、第1光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をも

って通過する樹脂製の結像素子」に形成されていることを特徴とする。

【0020】

この場合、副非円弧面を「第2光学系の結像素子のうち、第1光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する結像素子面」に形成することができる（請求項6）。

【0021】

上記請求項5または6記載の走査結像光学系においては、第2光学系を「2個の樹脂製のレンズと1個のガラス製のレンズ」で構成し、上記2個の樹脂製のレンズを何れも「副走査方向に負レンズ」として第1光学系側に配置し、上記ガラス製のレンズを「副走査方向に正レンズ」として光偏向器側に配置し、2個の樹脂製レンズの少なくとも1方が「主走査方向に、第3光学系の樹脂製結像素子の主走査方向のパワーと逆のパワー」を有するようできる（請求項7）。

【0022】

この請求項7記載の走査結像光学系においては、2個の樹脂製のレンズの一方を「入射側が凹の球面で、射出側が凹のシリンドリカル面である負レンズ」として第1光学系側に配置し、樹脂製のレンズの他方を「副走査方向に負のパワーを持つシリンドリカルレンズ」として射出側面に副非円弧面を形成し、ガラス製のレンズを「主・副走査方向に正のパワーを持つトロイダルレンズ」として上記シリンドリカルレンズの光偏向器側に配置することができる（請求項8）。

【0023】

上記請求項1～8の任意の1に記載の走査結像光学系において、第3光学系は「副非円弧面を少なくとも1面有する」ことができる（請求項9）。

【0024】

この発明の光走査装置は、光源からの光束を第1光学系によりカップリングし、カップリングされた光束を第2光学系により主走査方向に長く略線状に集光し、この略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有する光偏向器により偏向させ、偏向光束を、第3光学系により被走査面に向けて集光し、被走査面上に光スポットを形成して、被走査面の光走査を行う光走査装置であって、第1光学系と第2光学系と第3光学系とで構成される走査結像光学系として請求項1～9の任意の1

に記載のものをを用いたことを特徴とする(請求項10)。

【0025】

この発明の光走査装置は、光源を単一の光源とすることによりシングルビーム方式の光走査装置として構成することもできるし、半導体レーザアレイやビーム合成式の複数ビーム光源装置を用いることにより、マルチビーム光源装置として構成することもできる。

【0026】

この発明の画像形成装置は、感光媒体を光走査する画像形成装置であって、感光媒体を光走査する光走査装置として請求項10記載の光走査装置を用いたことを特徴とする。

【0027】

「感光媒体」としては公知の種々のものをを用いることができる。例えば、熱により発色する発色性印画紙を感光媒体とし、これを光走査し、光スポットによる「熱エネルギー」で発色させて画像形成を行うことができる。

【0028】

感光媒体によっては、光走査により感光媒体に潜像を形成し、この潜像を可視化することにより画像形成を行うようにすることができる。この場合、例えば、感光媒体として銀塩フィルムを用いることができる。銀塩フィルムに光走査により形成された潜像は「通常の銀塩写真のプロセス」に従い、現像・定着を行うことができる。このような画像形成装置は、光製版器や光描画装置として実施することができる。

【0029】

感光媒体には「導電性の感光体」を用いることもきる。この場合、潜像は静電潜像として形成され、トナー画像として可視化される(請求項12)。トナー画像は、シート状の記録媒体に最終的に担持させることができる。

【0030】

光導電性の感光体として周知の酸化亜鉛感光紙を用いると、酸化亜鉛感光紙上に形成されたトナー画像をそのまま「酸化亜鉛感光紙をシート状の記録媒体として」定着することができる。

【 0 0 3 1 】

繰り返し使用可能な光導電性の感光体を用いる場合は、感光体上に形成されたトナー画像を、転写紙やOHPシート（オーバヘッドプロジェクタ用のプラスチックシート）等のシート状の記録媒体に、直接もしくは中間転写ベルト等の中間転写媒体を介して転写し、定着することにより所望の画像を得ることができる。

【 0 0 3 2 】

これらの画像形成装置は、デジタル複写機や光プリンタ、光プロッタ、ファクシミリ装置等として実施できる。

【 0 0 3 3 】

この発明の走査結像光学系は、上記の如く、第3光学系（例えば $f\theta$ レンズ）に1以上の樹脂製の結像素子が含まれるので、環境変化による温・湿度等の変化により、第3光学系の光学性能が変化することになる。

【 0 0 3 4 】

一方、第2光学系は、1枚以上の樹脂製の結像素子と、1枚以上のガラス製の結像素子を有するので、樹脂製の結像素子における環境変化に起因する光学性能の変化で「第3光学系の光学特性の変化を相殺する」ようにできる。

【 0 0 3 5 】

例えば、1以上の樹脂製の結像素子を「樹脂製のレンズ」とすると、2面以上のレンズ面を、上記環境変化に起因する第3光学系の性能変化の補正に利用できるので、補正のためのレンズ面の曲率半径が小さくなりすぎないようにできる。また、第2光学系の樹脂製の結像素子の面の1以上を利用して、第3光学系の主走査方向の性能変化を補正することができる。

【 0 0 3 6 】

また、第2光学系における結像素子のうちで、光源側からの光束が、副走査方向に最大光束径をもって通過する結像素子あるいは結像素子面に副非円弧面を設け、または、樹脂製結像素子のうちで、光源側からの光束が、副走査方向に最大光束径をもって通過する素子あるいは素子面に副非円弧面を設けることにより、副非円弧面による波面収差補正機能を有効に作用させて、波面収差を良好に補正することができ、小径で良好な光スポットを実現できる。

【0037】

【発明の実施の形態】

図1に、この発明の光走査装置の実施の1形態を示す。

図1(a)は光走査装置の光学配置を示している。「光源」としての半導体レーザー1から射出した光束は、「第1光学系」としてのカップリングレンズ2により所望の光束形態に変換されて以下の光学系にカップリングされる。この実施の形態においては、カップリングレンズ2を透過した光束は実質的な平行光束となる。

【0038】

カップリングレンズ2から射出した実質的な平行光束は、第2光学系3により「主走査方向に長い略線状」に集光する。「光偏向器」としての回転多面鏡5は、上記略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有し、偏向反射面により光束を反射させ、等速回転して反射光束を等角速度的に偏向する。

【0039】

回転多面鏡5により偏向された偏向光束は、第3光学系6により、被走査面7に向けて集光され、被走査面7上に光スポットを形成する。偏向光束の偏向とともに被走査面7は光スポットにより光走査される。この実施の形態において、第3光学系6はf θ レンズであり、光スポットによる被走査面7の光走査を等速化する。

【0040】

この実施の形態の光走査装置はシングルビーム方式であるが、光源として、複数の発光点を持つLDA（半導体レーザーアレイ）や、複数の半導体レーザーからの光束をプリズム等でビーム合成する方式のものを用いることもでき、このような光源を用いることにより、光走査をマルチビーム方式で行うこともできる。

【0041】

カップリングレンズ2としては「単玉の非球面レンズ」等を使用でき、カップリングレンズ単独での波面収差を良好に補正することができる。

【0042】

第3光学系6は、この実施の形態において2枚のレンズ（結像素子）61、6

2により構成されているが、2枚のレンズの1枚以上は「樹脂製結像素子」である。

【0043】

第2光学系3は、3枚のレンズ（結像素子）10、11、12で構成されている。この実施の形態における第2光学系3を構成するレンズのうち、レンズ10とレンズ11とは「樹脂製のレンズ」で、レンズ12は「ガラス製のレンズ」である。

【0044】

図1(c)に示すように、樹脂製のレンズ10は、入射面10aが「負のパワーを持った球面」で、射出面10bは「副走査方向にのみ負のパワーを持つシリンドリカル面」である。レンズ10の射出側に配置された樹脂製のレンズ11は「副走査方向にのみ負のパワー」を持つ。このレンズ11の射出側に配置されたガラス製のレンズ12は「トロイダルレンズ」である。

【0045】

即ち、第2光学系3は、主走査方向に関してはレンズ10の入射面が負のパワーを持ち、レンズ12が正のパワーを持つ。主走査方向について見ると、カップリングレンズ2側からの光束は、主走査方向に平行光束としてレンズ10に入射して、その入射面10aの負のパワーで発散傾向を与えられ、レンズ12の正のパワーにより再度平行光束に戻される。即ち、第2光学系を透過することにより、主走査方向の光束形態は「平行光束としての形態を保ちつつ、光束径を拡大」される。

【0046】

第2光学系3は、副走査方向には、レンズ10、11が負のパワーを持ち、レンズ12が正のパワーを持つ。カップリングレンズ2側からの光束は、副走査方向に関してはレンズ10、11により順次に発散性を強められ、次いで、レンズ12により集束光束に変換されて、回転多面鏡5の偏向反射面近傍に「主走査方向に長い略線状」に集光する。

【0047】

温度変化により、光源1とカップリングレンズ2との間隔が変動すること、お

よび、第3光学系6における樹脂製結像素子の光学性能が変化することに起因する「主・副走査方向の像面湾曲変動」のうち、主走査方向の変動は「樹脂製のレンズ10における入射面10aの主走査方向のパワー変動」で補正を行い、副走査方向の変動は「樹脂製レンズ10における射出面10bのパワー及び樹脂製レンズ11における入射面11a、射出面11bのパワー変動」で補正を行う。

【0048】

第2光学系におけるガラス製のレンズであるトロイダルレンズ12は「シリンドリカル面と球面を持つ単レンズ」として構成してもよいし、「シリンドリカルレンズと球面レンズを貼り合わせた構成」でもよい。また、異なるパワーを持つ2面のシリンドリカル面の組合せで構成してもよい。

【0049】

カップリングレンズ2からの射出光の光束形態（説明中の実施の形態では平行光束）を変えれば、ガラス製のレンズ12を「シリンドリカルレンズ」で構成することもできる。

【0050】

第2光学系3には、1以上の副非円弧面が採用される。副非円弧面を用いる理由の1つは副走査方向の波面収差の良好な補正であり、この観点からすると、副非円弧面を配する位置は、副走査方向の光束径がなるべく大きくなる部分の光学素子面が好適である。

【0051】

図1の実施の形態において、副走査方向の光束径が最大となるのは、上の説明から理解されるように、ガラス製のレンズ12においてであるので、1つの選択として、レンズ12の一方もしくは双方に副非円弧面を形成することが考えられる。この場合、光束径が最大となる部分の近傍に副非円弧面が設けられるため、副非円弧面による波面収差補正を有効に行うことができる。

【0052】

もう1つの選択は、第2光学系3の結像素子10、11、12のうち、第1光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する樹脂製の結像素子であるレンズ11に形成することである。この場合も、副走査方向の光束径が

ある程度大きいので、波面収差補正効果は良好である。また、レンズ 1 1 は樹脂製であるので、副非円弧面の形成が容易である。

【 0 0 5 3 】

図 2 は画像形成装置の実施の 1 形態を示している。この画像形成装置は光プリンタであり、感光媒体として円筒状に形成された光導電性の感光体 1 1 1 を有し、その周囲に帯電手段 1 1 2 (帯電ローラによる接触式のものを示しているが、コロナチャージャや帯電ブラシを用いることもできる。)、現像装置 1 1 3、転写手段 1 1 4 (転写ベルトを示しているが、転写ローラやコロナチャージャを用いるものであってもよい。)、クリーニング装置 1 1 5 を有している。符号 1 1 6 は定着装置を示す。

【 0 0 5 4 】

また、光走査装置 1 1 7 を有し、帯電手段 1 1 2 と現像装置 1 1 3 との間で光走査による画像書き込みを行うようになっている。光走査装置としては、例えば、図 1 に実施の形態を示したものをを用いることができる。

【 0 0 5 5 】

画像形成を行うときには、感光体 1 1 1 が矢印方向へ等速回転され、その表面が帯電手段 1 1 2 により均一帯電され、次いで、光走査装置 1 1 7 による光走査により画像を書き込まれ、書き込まれた画像に対応する静電潜像が形成される。形成された静電潜像は所謂「ネガ潜像」で画像部が露光されている。

【 0 0 5 6 】

この静電潜像は現像装置 1 1 3 により反転現像されてトナー画像として可視化される。トナー画像は、転写紙や OHP シート等のシート状記録媒体 S 上に転写手段 1 1 4 により転写され、定着装置 1 1 6 により定着される。

【 0 0 5 7 】

トナー画像を定着されたシート状記録媒体 S は装置外へ排出され、トナー画像転写後の感光体 1 1 1 はクリーニング装置 1 1 5 によりクリーニングされて残留トナーや紙粉を除去される。

【 0 0 5 8 】

【実施例】

以下、図 1 に実施の形態を説明した光走査装置に関する具体的な実施例と比較例とを説明する。

【0059】

以下に説明する各実施例と比較例とに共通する事項を説明すると、各実施例・比較例とも、光源 1、第 1 光学系としてのカップリングレンズ 2、光偏向器としての回転多面鏡 5、第 3 光学系としての $f\theta$ レンズ 6 は共通である。

【0060】

光源：780 nm の発光波長の半導体レーザー

カップリングレンズ：非球面単レンズ

焦点距離：27 mm

カップリング作用：コリメート作用

カップリングレンズ単独で波面収差は良好に補正されている。

【0061】

光偏向器：回転多面鏡

偏向反射面数：5

内接円半径：18 mm

光源側からの光束の入射角と走査光学系の光軸とがなす角：60 度

書き込み幅：±161.5 mm

画角：±40.6 度

各レンズを取り付けるベース部材の線膨張係数：

$$2.31 \times 10^{-5}$$

以下の説明において、第 2 光学系の入射側面から被走査面に至る光路上における「面間隔」として、図 1 (b) に示す面間隔： $d_1 \sim d_{11}$ を用いる。

【0062】

第 2 光学系：図 1 (c) に示す構成

レンズ 10：樹脂製のレンズ

屈折率：1.523978 線膨張係数： 7×10^{-5}

レンズ 11：樹脂製のレンズ

屈折率：1. 5 2 3 9 7 8 線膨張係数： 7×10^{-5}

レンズ 1 2：ガラス製のレンズ

屈折率：1. 7 3 3 2 7 8 線膨張係数： 5.4×10^{-6}

上記の各屈折率は、温度：25℃における波長：780nmの光に対するものである。

【0063】

各実施例・比較例におけるレンズ面形状は、以下の表記に従って特定する。

主走査方向の形状：レンズの光軸を含み、主走査方向に平行な仮想的な平断面である主走査断面内の形状：

光軸における近軸曲率半径を R_m 、光軸からの主走査方向の距離を Y 、円錐常数を K 、高次の係数を $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, \dots$ とすると、光軸方向のデプスを X として次の多項式：

$$X = (Y^2/R_m) / [1 + \sqrt{1 - (1+K)(Y/R_m)^2}] + A_1 \cdot Y + A_2 \cdot Y^2 + A_3 \cdot Y^3 + A_4 \cdot Y^4 + A_5 \cdot Y^5 + A_6 \cdot Y^6 + \dots \quad (1)$$

で表す。奇数次の係数として0以外のものが含まれると、主走査方向の形状は光軸（ $Y=0$ ）に対して非対称である。上の表記で例えば「 Y^2 」は「 Y の2乗」を表す。

【0064】

副走査方向の形状：光軸から距離： Y の位置における副走査断面における形状
主走査方向の座標： Y 、副走査方向の座標： Z を用い、次式で表す。

$$f_s(Y, Z) = (Z^2 \cdot C_s(Y)) / [1 + \sqrt{1 - (1+K_s(Y))(Z \cdot C_s(Y))^2}] + (F_0 + F_1 \cdot Y + F_2 \cdot Y^2 + F_3 \cdot Y^3 + F_4 \cdot Y^4 + \dots) Z + (G_0 + G_1 \cdot Y + G_2 \cdot Y^2 + G_3 \cdot Y^3 + G_4 \cdot Y^4 + \dots) Z^2 + (H_0 + H_1 \cdot Y + H_2 \cdot Y^2 + H_3 \cdot Y^3 + H_4 \cdot Y^4 + \dots) Z^3 + (I_0 + I_1 \cdot Y + I_2 \cdot Y^2 + I_3 \cdot Y^3 + I_4 \cdot Y^4 + \dots) Z^4 + (J_0 + J_1 \cdot Y + J_2 \cdot Y^2 + J_3 \cdot Y^3 + J_4 \cdot Y^4 + \dots) Z^5 + \dots \quad (2)$$

(2) 式の右辺第1項において、

$$C_s(Y) = (1/R_{s0}) + B_1 \cdot Y + B_2 \cdot Y^2 + B_3 \cdot Y^3 + B_4 \cdot Y^4 + B_5 \cdot Y^5 + \dots \quad (3)$$

$$K_s(Y) = K_{s0} + C_1 \cdot Y + C_2 \cdot Y^2 + C_3 \cdot Y^3 + C_4 \cdot Y^4 + C_5 \cdot Y^5 + \dots \quad (4)$$

「 $C_s(Y)$ 」は、座標：Yにおける副走査断面形状の近軸曲率、「 $K_s(Y)$ 」は、座標：Yにおける副走査断面形状の円錐定数、「 R_{s0} 」は光軸（ $Y=0$ ）を含む副走査断面における近軸曲率半径である。なお、(2)式において、 $Z=0$ とすると、 $f_s(Y,0)=0$ となるが、この部分は、主走査断面内においては、前記(1)式に従う形状となっている。従って、レンズ面の3次元的な形状は、式(1)と式(2)の和で表されることになる。

【0065】

上述の如く、第3光学系6をなすレンズ61、62の形状は、各実施例・比較例において共通であるので、先ず、これらレンズ61、62の形状と配置とを、上記図1(a)、(b)の記号を用いて表す。

なお、図1(a)において、 d_{12} 、 d_{13} は夫々、レンズ61、62の主走査方向への「シフト量」を表す。シフト量は「サグ」の影響を軽減させるために与えられている。

【0066】

レンズ61の入射側面61aの形状：

$$R_m = -1030.233346 \quad , \quad R_s = -89.518927$$

$$A_0 = -4.041619E+02$$

$$A_4 = 6.005017E-08$$

$$A_6 = -7.538155E-13$$

$$A_8 = -4.036824E-16$$

$$A_{10} = 4.592164E-20$$

$$A_{12} = -2.396524E-24$$

$$B_1 = -9.317851E-06$$

$$B_2 = 3.269905E-06$$

$$B_3 = 4.132497E-09$$

$$B_4 = -4.207716E-10$$

$$B_5 = -1.170114E-12$$

$$B_6 = 4.370640E-14$$

$$B_7 = 2.347965E-16$$

$$B8 = -6.212795E-18$$

$$B9 = -3.967994E-20$$

$$B10 = -3.873869E-21$$

$$B11 = 3.816823E-24$$

$$B12 = 4.535843E-25$$

係数： B_i が奇数次の非 0 項を含んでいるので、面 6 1 a の副走査断面内の曲率は光軸に対して非対称に変化する。

【 0 0 6 7 】

レンズ 6 1 の射出側面 6 1 b の形状

$$Rm = -109.082474 \quad , \quad Rs = -110.881332$$

$$A0 = -5.427642E-01$$

$$A4 = 9.539024E-08$$

$$A6 = 4.882194E-13$$

$$A8 = -1.198993E-16$$

$$A10 = 5.029989E-20$$

$$A12 = -5.654269E-24$$

$$B2 = -3.652575E-07$$

$$B4 = 2.336762E-11$$

$$B6 = 8.426224E-14$$

$$B8 = -1.026127E-17$$

$$B10 = -2.202344E-21$$

$$B12 = 1.224555E-26$$

係数： B_i が奇数次の非 0 項を含んでいないので、面 6 1 a の副走査断面内の曲率は光軸に対して対称に変化する。

【 0 0 6 8 】

レンズ 6 2 の入射側面 6 2 a の形状

$$Rm = 1493.654587 \quad , \quad Rs = -70.072432$$

$$A0 = 5.479389E+01$$

$$A4 = -7.606757E-09$$

$$A6 = -6.311203E-13$$

$$A8 = 6.133813E-17$$

$$A10 = -1.482144E-21$$

$$A12 = 2.429275E-26$$

$$A14 = -1.688771E-30$$

$$B2 = -8.701573E-08$$

$$B4 = 2.829315E-11$$

$$B6 = -1.930080E-15$$

$$B8 = 2.766862E-20$$

$$B10 = 2.176995E-24$$

$$B12 = -6.107799E-29$$

レンズ面 6 2 の形状は主走査断面内で光軸対称であり、副走査断面内の曲率も光軸対称である。

【 0 0 6 9 】

レンズ 6 2 の射出側面 6 2 b の形状 (副非円弧面)

$$Rm = 1748.583900, Rs = -28.034612$$

$$A0 = -5.488740E+02$$

$$A4 = -4.978348E-08$$

$$A6 = 2.325104E-12$$

$$A8 = -7.619465E-17$$

$$A10 = 3.322730E-21$$

$$A12 = -3.571328E-26$$

$$A14 = -2.198782E-30$$

$$B1 = -1.440188E-06$$

$$B2 = 4.696142E-07$$

$$B3 = 1.853999E-11$$

$$B4 = -4.153092E-11$$

$$B5 = -8.494278E-16$$

$$B6 = 2.193172E-15$$

B7 = 9.003631E-19
 B8 = -9.271637E-21
 B9 = -1.328111E-22
 B10 = -1.409647E-24
 B11 = 5.520183E-27
 B12 = 4.513104E-30
 C0 = -9.999999E-01
 I0 = -1.320849E-07
 I2 = -1.087674E-11
 I4 = -9.022577E-16
 I6 = -7.344134E-20
 K0 = 9.396622E-09
 K2 = 1.148840E-12
 K4 = 8.063518E-17
 K6 = -1.473844E-20

面間隔とシフト量：

d 7 = 7 1 . 6 mm、 d 8 = 3 0 mm、 d 9 = 6 6 . 3 mm、
 d 1 0 = 8 . 5 mm、 d 1 1 = 1 5 9 . 3 mm、 d 1 2 = 0 . 2 mm、
 d 1 3 = 0 . 2 mm

レンズ 6 1、6 2 の屈折率：1 . 5 2 3 9 7 8 ($\lambda = 7 8 0 \text{ nm}$ 、2 5℃時)

レンズ 6 1、6 2 の線膨張係数： 7×10^{-5}

なお、上の表記において、例えば「E-20」は「 10^{-20} 」を表し、この数値が直前の数値に掛かる。

【0 0 7 0】

以上で、各実施例および比較例に共通した事項を説明した。

【0 0 7 1】

実施例 1

実施例 1 は、図 1 の構成において、第 2 光学系 3 のガラス製のレンズ 1 2 の入射面に副非円弧面を採用した例である。各面のデータは以下の通りである。

【 0 0 7 2 】

レンズ面 1 0 a の曲率半径 : - 1 1 9 . 9 7 m m (球面)

レンズ面 1 0 b の曲率半径 : 主走査方向 ∞ 副走査方向 1 6 . 4 m m

レンズ面 1 1 a の曲率半径 : 主走査方向 ∞ 副走査方向 - 1 6 m m

レンズ面 1 1 b の曲率半径 : 主走査方向 ∞ 副走査方向 1 8 . 0 3 m m

レンズ面 1 2 a の曲率半径 (近軸) : 主走査方向 1 . 0 E + 8

副走査方向 1 3 . 5 4 m m (副非円弧面)

レンズ面 1 2 b の曲率半径 : - 1 8 6 m m (球面)

【 0 0 7 3 】

レンズ面 1 2 a の形状

$R_m = 1.00 + 08$, $R_s = 13.54$

$A_4 = -1.167576 - 07$

$A_6 = 1.236756 - 11$

$C_0 = -8.413895 - 01$

$C_2 = -7.014231 - 04$

$C_4 = 7.664337 - 05$

$C_6 = 7.406181 - 06$

$C_8 = -8.915899 - 08$

$I_0 = -5.984409 - 05$

$I_2 = -9.295456 - 08$

$I_4 = -1.267730 - 08$

$I_6 = 1.645283 - 10$

$I_8 = -5.745329 - 12$

$K_0 = 1.108638 - 07$

$K_2 = 1.241363 - 08$

$K_4 = -9.523815 - 11$

$K_8 = 6.477626 - 14$

面間隔 :

$d_1 = 3 m m$ 、 $d_2 = 9 . 2 m m$ 、 $d_3 = 3 m m$ 、 $d_4 = 8 . 1 5 m m$ 、

$d5 = 6 \text{ mm}$ 、 $d6 = 114 \text{ mm}$ 。

【0074】

図3を参照すると、図3(a)は「比較例」として、実施例1における第2光学系3を、焦点距離：45mmのガラス製のシリンダリカルレンズで置き換えたときの、温度：10℃、25℃、45℃における主走査方向、副走査方向の像面湾曲である。設計値（25℃）に対し、温度：45℃では、主走査方向（破線）で約1mm、副走査方向（実線）で約1.5mmの像面湾曲変動が生ずる。温度：10℃では、主走査方向（破線）で約0.7mm、副走査方向（実線）で約1.2mmの像面湾曲変動が生じる。

【0075】

これに対し、図3(b)は、実施例1における温度：10℃および45℃における像面湾曲を示している。主・副走査方向の像面湾曲とも、温度変化による変化は0.1mm程度であり、実質的に温度変化の影響を受けないことが分かる。

【0076】

次に、波面収差の補正の面から見ると、上記比較例において、第3光学系に副非円弧面を用いない場合、光スポットの像高：0における波面収差は、図4の(a)に示す如きものとなる。このような波面収差があると、光スポットのスポット径を良好に絞り込んで小径化することができない。

【0077】

上記比較例のように、第3光学系のレンズ62の射出面62bに副非円弧面を採用すると、上記像高：0における波面収差は図4(b)の如くに極めて良好に補正される。光スポットのスポット径は、 $30 \pm 3 \mu\text{m}$ を狙いとしたとき、図5に示すように主走査方向（図5(a)）、副走査方向（図5(b)）とも、1mm以上の深度を確保できる。しかし温度変動を考慮すると、像面湾曲が主・副走査方向とも1mm以上も変動してしまうため、温度変化に対して安定したスポット径を実現することはできない。

【0078】

図6(a)は、上記実施例1において「第2光学系3に副非円弧面を用いなかったとき」の、光スポットの像高：0における波面収差である。第2光学系とし

て比較例の「ガラス製のシリンドリカルレンズ」を用いる場合よりも、波面収差は劣化している。

【0079】

第2光学系3に副非円弧面を設けなくても、幾何光学的（近軸的）には、温度変化に伴う像面湾曲変動は図3（b）に示すように良好に補正されるが、第2光学系に副非円弧面を用いない場合、図6（a）のように波面収差が劣化して、光スポットを絞り込んで小径の良好な光スポットを得ることができない。

【0080】

しかし、実施例1のように第2光学系のレンズ12の入射側面12aに副非円弧面を採用することにより、図6（b）に示すように波面収差が良好に補正され、スポット径は、 $30 \pm 3 \mu\text{m}$ を狙いとしたとき、図7に示すように、主走査方向（図7（a））、副走査方向（図7（b））とも、1mm以上の深度を確保できる。

【0081】

実施例1では、第2光学系に副非円弧面を1面用いたが、第2光学系に2以上の副非円弧面を用いても、実施例1と同等もしくは同等以上の性能を得ることができることは言うまでもない。

【0082】

実施例2

実施例2は、図1の構成において、第2光学系3における樹脂製のレンズ11の射出面に副非円弧面を採用した例である。各面のデータは以下の通りである。

【0083】

レンズ面10aの曲率半径： -119.97mm （球面）

レンズ面10bの曲率半径：主走査方向 ∞ 副走査方向 16.4mm

レンズ面11aの曲率半径：主走査方向 ∞ 副走査方向 -16mm

レンズ面11bの曲率半径（近軸）：主走査方向 $1.0\text{E}+8$

副走査方向 18.03mm （副非円弧面）

レンズ面12aの曲率半径：主走査方向 ∞ 副走査方向 13.54mm

レンズ面12bの曲率半径： -186mm （球面）

即ち、実施例 2 の近軸データは実施例 1 の近軸データと同じである。

【 0 0 8 4 】

レンズ面 1 1 b の形状

$R_m = 1.00 + 08$ 、 $R_s = 18.03$

$A_4 = 1.287048E-07$

$A_6 = 1.615827E-09$

$C_0 = 3.681387E+01$

$C_2 = 1.882281E-01$

$C_4 = 1.542188E-02$

$C_6 = -4.096661E-04$

$C_8 = 5.584789E-06$

$I_0 = 3.496085E-04$

$I_2 = -2.319818E-06$

$I_4 = -7.859564E-08$

$I_6 = 7.462640E-10$

$I_8 = -2.952126E-11$

$K_0 = 6.055635E-06$

$K_2 = -1.070845E-06$

$K_4 = -1.078958E-07$

$K_6 = 2.023609E-09$

$K_8 = -2.307748E-11$

面間隔：

$d_1 = 3 \text{ mm}$ 、 $d_2 = 9.2 \text{ mm}$ 、 $d_3 = 3 \text{ mm}$ 、 $d_4 = 8.15 \text{ mm}$ 、

$d_5 = 6 \text{ mm}$ 、 $d_6 = 114 \text{ mm}$

実施例 2 は、近軸データが実施例 1 と同じであるので、幾何光学的な像面湾曲は、実施例 1 と同様、設計状態では図 3 (a) の 25°C の状態であり、温度： 10°C 、 45°C では図 3 (b) に示す如きものとなる。

【 0 0 8 5 】

また、光スポットの像高：0 における波面収差は図 8 の如く良好に補正されて

おり、光スポットを良好に絞り込んで小径化することができる。即ち、実施例 2 においても、スポット径は、 $30 \pm 3 \mu\text{m}$ を狙いとしたとき、図 9 に示すように、主走査方向（図 9（a））、副走査方向（図 9（b））とも、1 mm 以上の深度を確保できる。なお、図 4、図 6、図 8 において、「P V」は「ピーク・バレー隔差」、「R M S」は「ルートミーンスクエア」を意味する。

【0086】

即ち、図 1 に実施の形態を示した光走査装置において、実施例 1 の走査結像光学系を適用したものは、光源 1 からの光束をカップリングする第 1 光学系 2 と、この第 1 光学系 2 からの光束を、主走査方向に長く略線状に集光する第 2 光学系 3 と、略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有し、偏向反射面により光束を偏向する光偏向器 5 により偏向される偏向光束を、被走査面 7 に向けて集光し、被走査面 7 上に光走査のための光スポットを形成する第 3 光学系 6 とを有し、第 3 光学系 3 は、1 枚以上の樹脂製結像素子 6 1、6 2 を有し、第 2 光学系 3 は、1 枚以上の樹脂製の結像素子 1 0、1 1 と、1 枚以上のガラス製の結像素子 1 2 を有し、第 2 光学系 3 の少なくとも 1 面は、副走査断面内において非円弧形状をなす副非円弧面であり、少なくとも 1 面の副非円弧面が、第 2 光学系 3 の結像素子のうち、第 1 光学系 2 側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する結像素子 1 2 に形成されていることを特徴とする走査結像光学系（請求項 1）である。

【0087】

また、第 2 光学系 3 の結像素子のうち、第 1 光学系 2 側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する結像素子面 1 2 a に副非円弧面が形成されており（請求項 2）、第 2 光学系 3 が、2 個の樹脂製のレンズ 1 0、1 1 と、1 個のガラス製のレンズ 1 2 とで構成され、2 個の樹脂製のレンズ 1 0、1 1 は副走査方向に負レンズであって第 1 光学系 2 側に配置され、ガラス製のレンズ 1 2 は副走査方向に正レンズであって、光偏向器 5 側に配置され、2 個の樹脂製レンズの少なくとも 1 方 1 0 は、主走査方向に、第 3 光学系の樹脂製結像素子の主走査方向のパワーと逆のパワーを有し（請求項 3）、2 個の樹脂製のレンズの一方 1 0 は、入射側が凹の球面 1 0 a で、射出側が凹のシリンドリカル面 1 0 b である

負レンズで第1光学系2側に配置され、2個の樹脂製のレンズの他方11は、副走査方向に負のパワーを持つシリンドリカルレンズであり、ガラス製のレンズ12は、主・副走査方向に正のパワーを持つトロイダルレンズでシリンドリカルレンズ11の光偏向器側に配置され、入射側面12aが副非円弧面である（請求項4）。

【0088】

また、図1に実施の形態を説明した光走査装置に実施例2を適用したものは、光源1からの光束をカップリングする第1光学系2と、この第1光学系2からの光束を、主走査方向に長く略線状に集光する第2光学系3と、略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有し、偏向反射面により光束を偏向する光偏向器5により偏向される偏向光束を、被走査面7に向けて集光し、被走査面7上に光走査のための光スポットを形成する第3光学系6とを有し、第3光学系6は、1枚以上の樹脂製結像素子61、62を有し、第2光学系3は、1枚以上の樹脂製の結像素子10、11と、1枚以上のガラス製の結像素子12を有し、第2光学系3の少なくとも1面は、副走査断面内において非円弧形状をなす副非円弧面であり、少なくとも1面の副非円弧面が、第2光学系の結像素子のうち、第1光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する樹脂製の結像素子11に形成されていることを特徴とする走査結像光学系（請求項5）である。

【0089】

そして、第2光学系3の結像素子のうち、第1光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する結像素子面11bに副非円弧面が形成されており（請求項6）、第2光学系3が、2個の樹脂製のレンズ10、11と、1個のガラス製のレンズ12とで構成され、2個の樹脂製のレンズ10、11は副走査方向に負レンズであって第1光学系2側に配置され、ガラス製のレンズ12は副走査方向に正レンズであって、光偏向器5側に配置され、2個の樹脂製レンズの少なくとも1方10は、主走査方向に、第3光学系6の樹脂製結像素子の主走査方向のパワーと逆のパワーを有する（請求項7）。

【0090】

また、2個の樹脂製のレンズの一方10は、入射側が凹の球面で、射出側が凹

のシリンドリカル面である負レンズで第1光学系2側に配置され、2個の樹脂製のレンズの他方11は、副走査方向に負のパワーを持つシリンドリカルレンズで、射出側面11bが副非円弧面であり、ガラス製のレンズ12は、主・副走査方向に正のパワーを持つトロイダルレンズでシリンドリカルレンズ11の光偏向器側に配置される（請求項8）。

【0091】

また、実施例1、2の走査結像光学系は、第3光学系6が、副非円弧面を少なくとも1面有する（請求項9）。

【0092】

従って、図1の光走査装置は、光源1からの光束を第1光学系2によりカップリングし、カップリングされた光束を第2光学系3により主走査方向に長く略線状に集光し、この略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有する光偏向器5により偏向させ、偏向光束を、第3光学系6により被走査面7に向けて集光し、被走査面7上に光スポットを形成して、被走査面7の光走査を行う光走査装置であって、第1光学系と第2光学系と第3光学系とで構成される走査結像光学系として、請求項1～9の任意の1に記載のものをを用いることができるものである（請求項10）。

【0093】

従って、図2に示す画像形成装置における光走査装置117として、上記実施例1、2の走査結像光学系を搭載した図1の如きものをを用いたものは、感光媒体111を光走査する画像形成装置であって、感光媒体を光走査する光走査装置として、請求項10記載の光走査装置を用いるものであり（請求項11）、感光媒体111が光導電性の感光体で、光走査により静電潜像が形成され、静電潜像がトナー画像として可視化される画像形成装置（請求項12）である。

【0094】

【発明の効果】

以上に説明したように、この発明によれば新規な走査結像光学系・光走査装置および画像形成装置を実現できる。

【0095】

この発明の走査結像光学系は、温・湿度等の環境変動に起因する主・副走査方向の像面湾曲変動を有効に軽減させ、且つ波面収差を良好に補正することにより、光スポットのスポット径の変動を軽減し、なおかつ小径で良好な光スポットを実現することが可能である。従って、このような走査結像光学系を用いる光走査装置は、小径の安定した光スポットで良好な光走査を行うことができ、このような光走査装置を用いる画像形成装置では良好な画像形成が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

光走査装置の実施の 1 形態を説明するための図である。

【図 2】

画像形成装置の実施の 1 形態を説明するための図である。

【図 3】

実施例 1、2 の、幾何光学的な効果を説明するための図である。

【図 4】

第 3 光学系に副非円弧面を用いることの効果を説明するための図である。

【図 5】

第 3 光学系に副非円弧面を用いることの効果を説明するための図である。

【図 6】

実施例 1 の波面収差補正の効果を説明するための図である。

【図 7】

実施例 1 の波面収差補正の効果を説明するための図である。

【図 8】

実施例 2 の波面収差補正の効果を説明するための図である。

【図 9】

実施例 2 の波面収差補正の効果を説明するための図である。

【符号の説明】

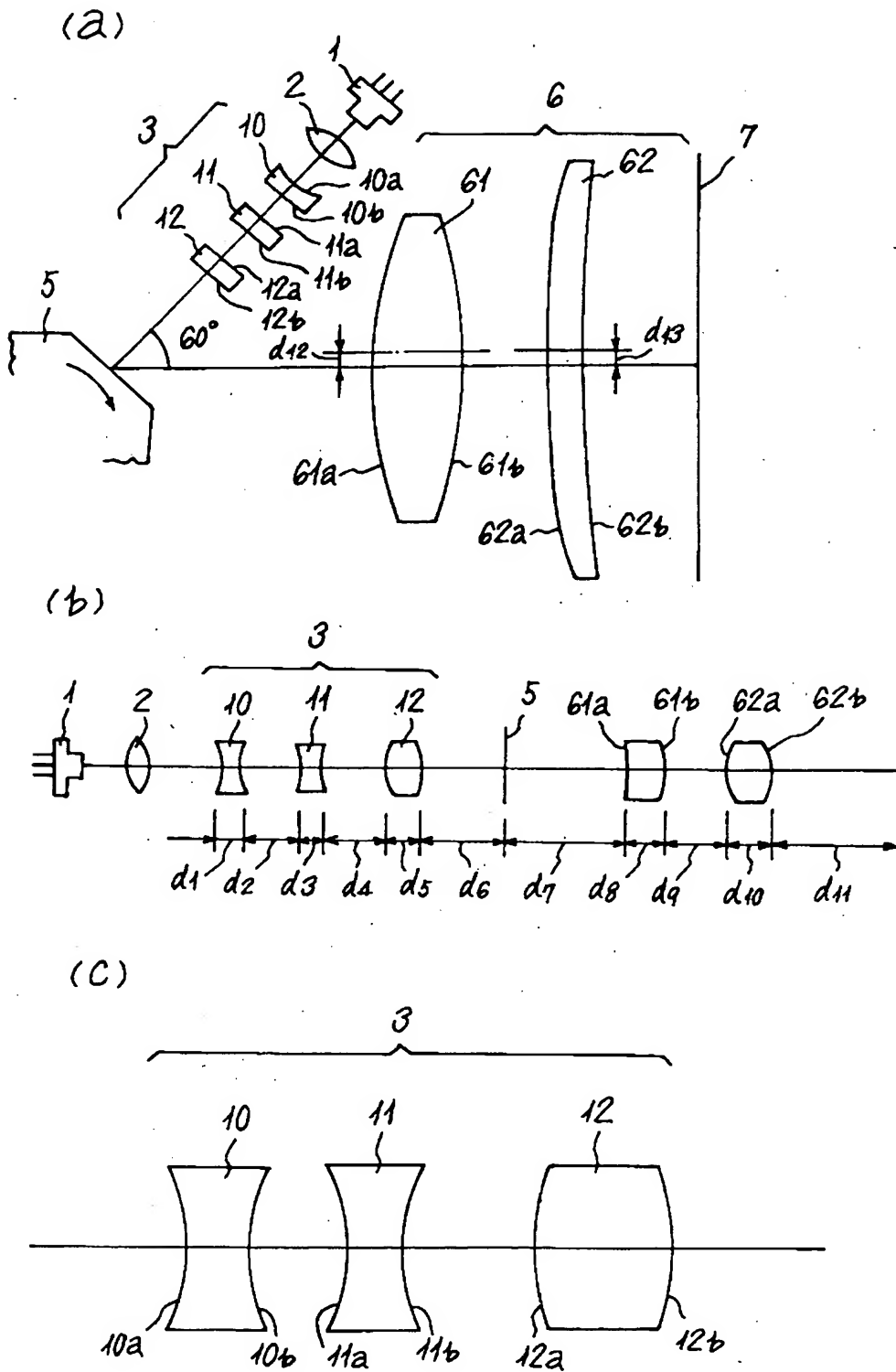
- 1 半導体レーザ（光源）
- 2 カップリングレンズ（第 1 光学系）
- 3 第 3 光学系

- 5 回転多面鏡（光偏向器）
- 6 $f\theta$ レンズ（第 3 光学系）
- 7 被走査面

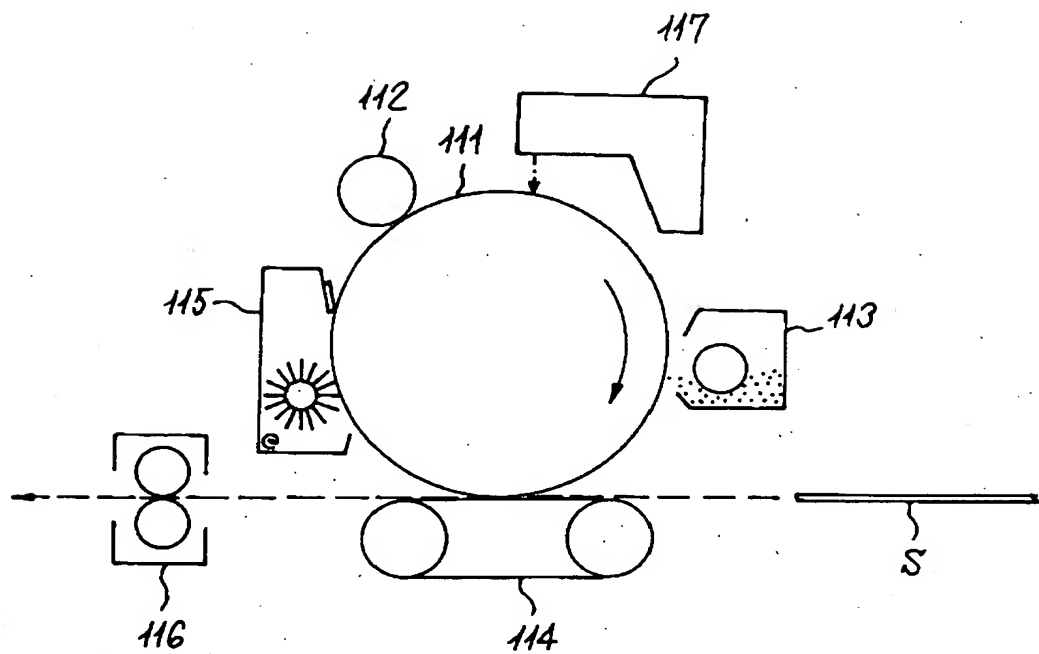
【書類名】

図面

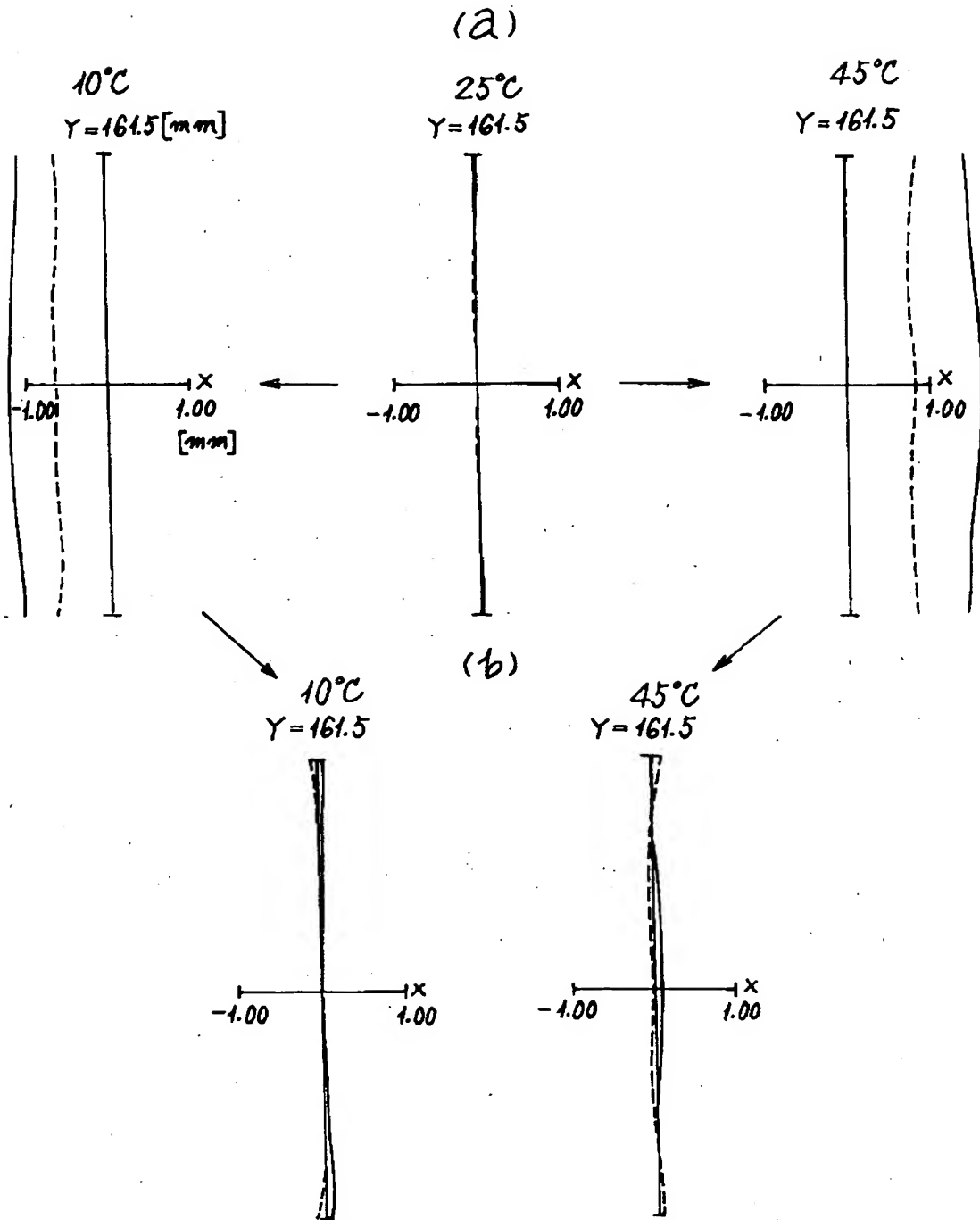
【図 1】



【図 2】

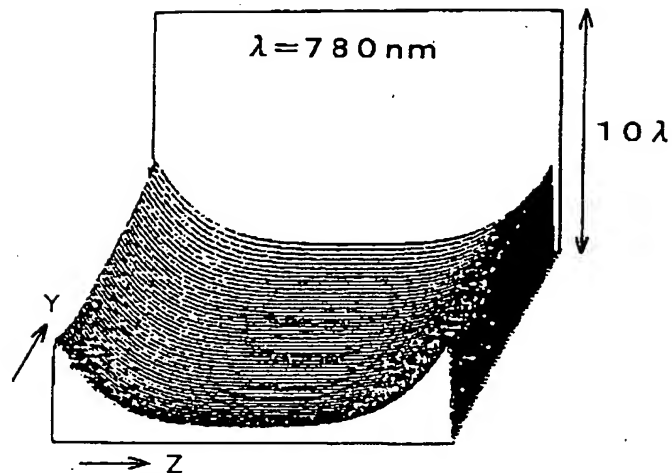


【図 3】



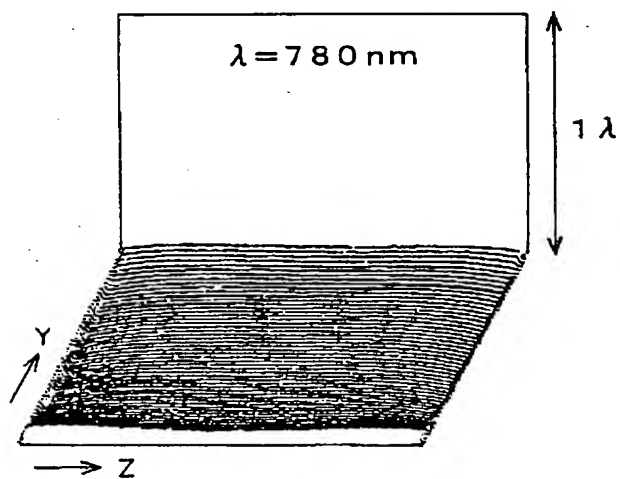
【図 4】

(a)



PV (ピーク、トゥ、バレー) : 0.403λ
 RMS (ルート、ミーン、スクエア) : 0.095λ

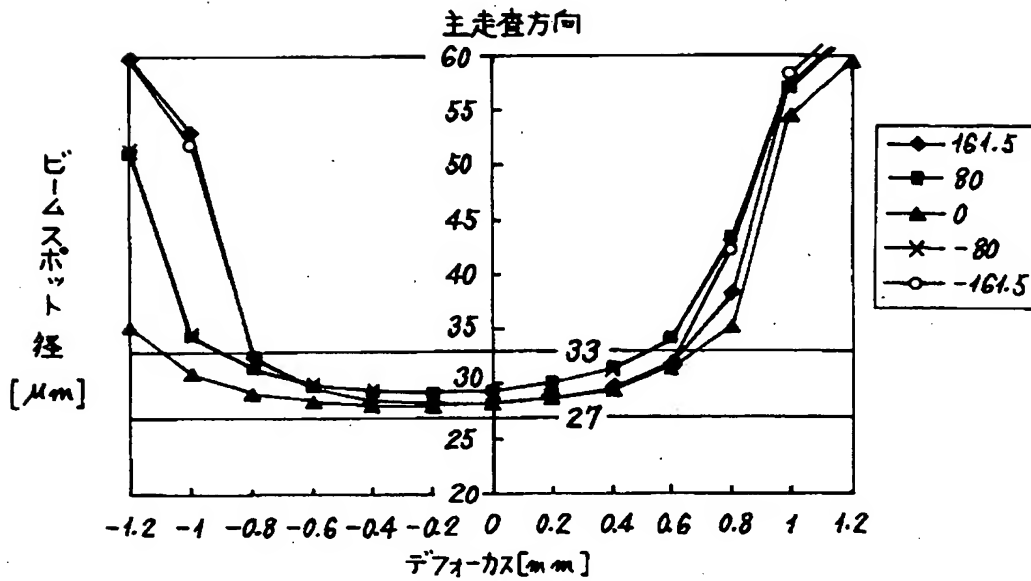
(b)



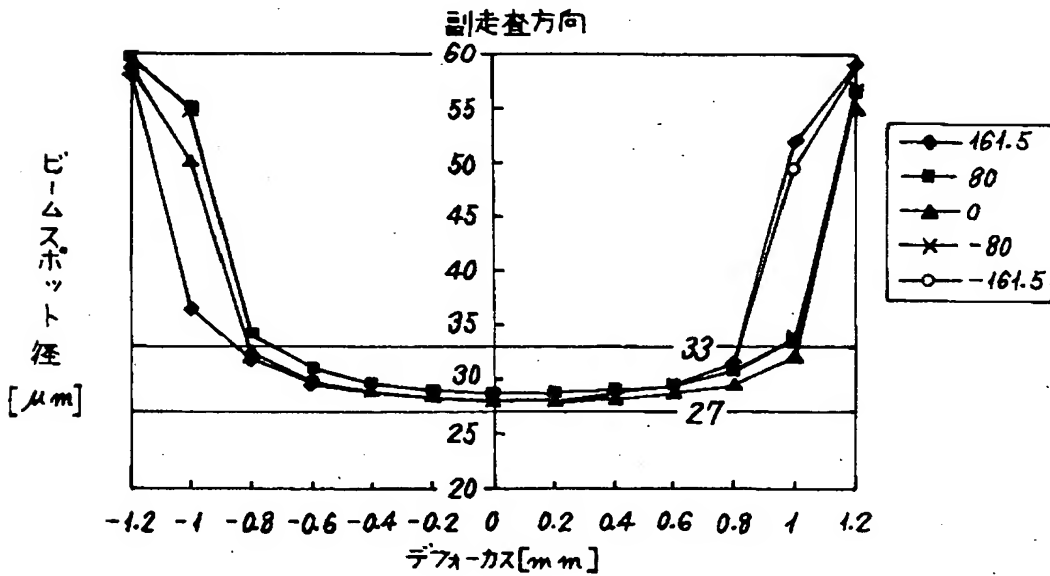
PV : 0.101λ
 RMS : 0.019λ

【図 5】

(a)

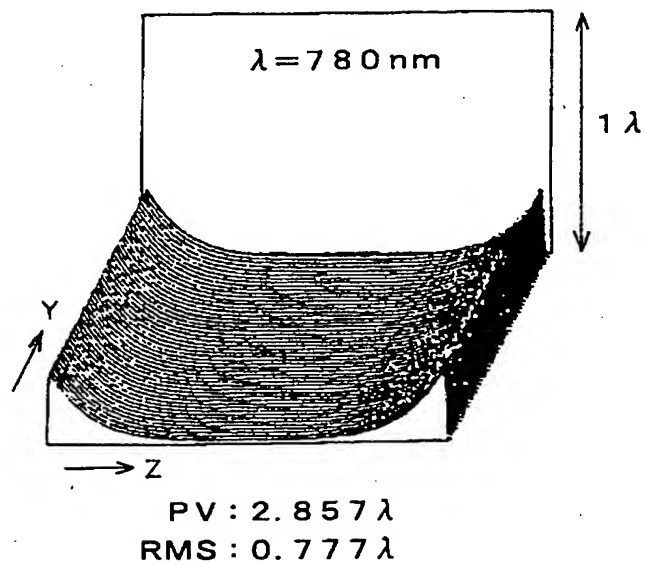


(b)

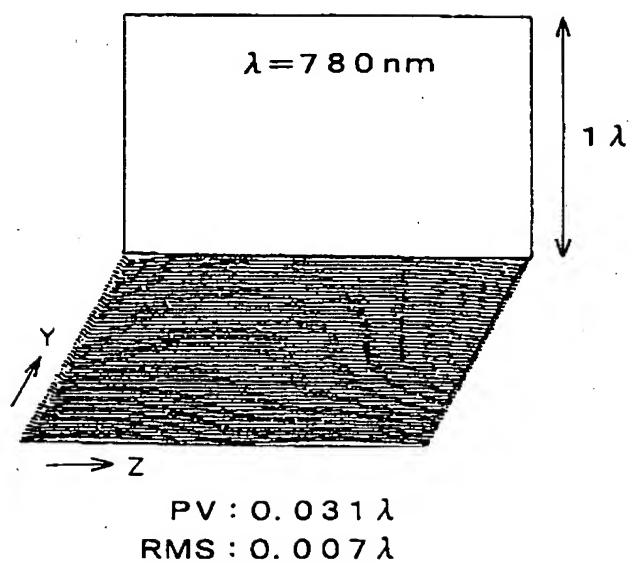


【図 6】

(a)

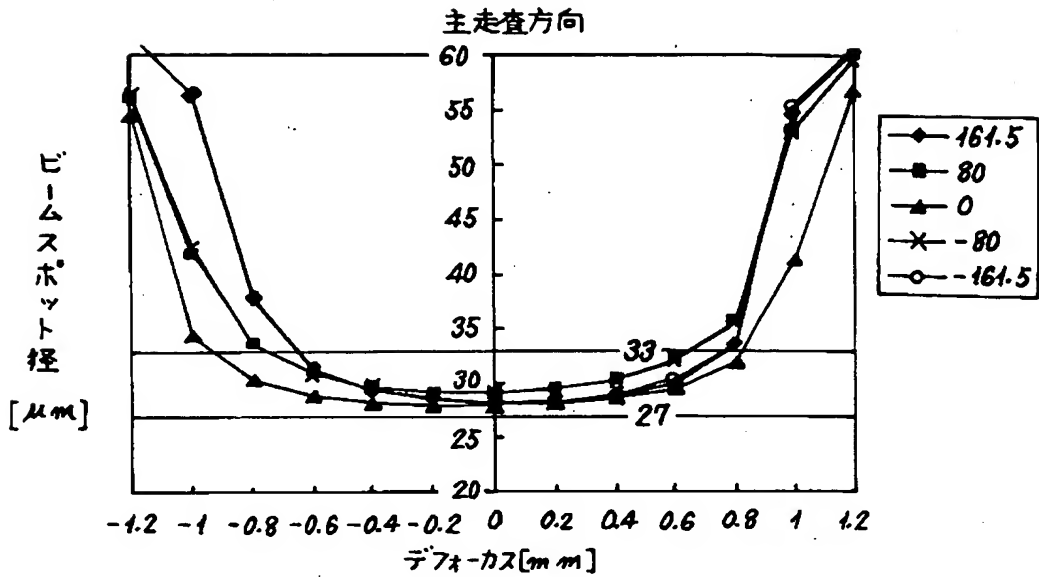


(b)

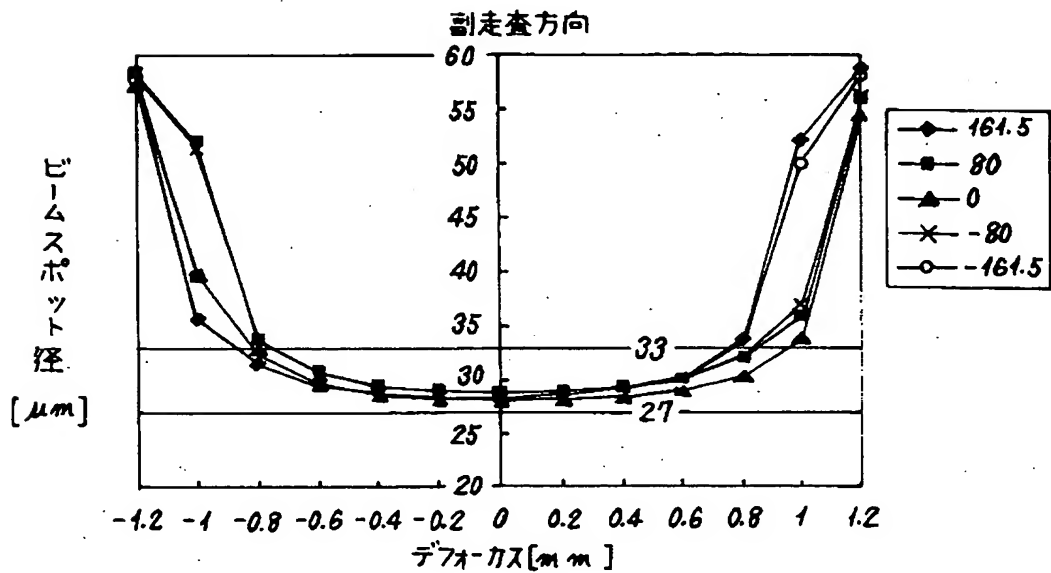


【図 7】

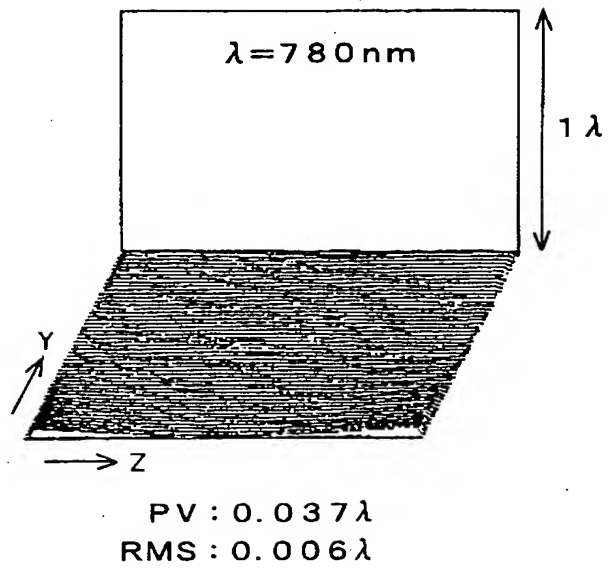
(a)



(b)

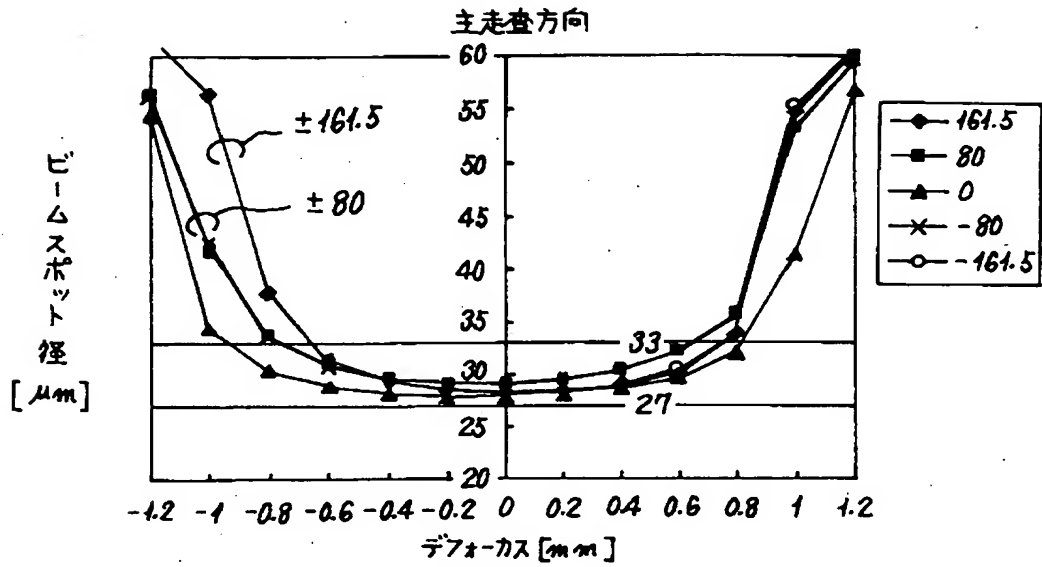


【図 8】

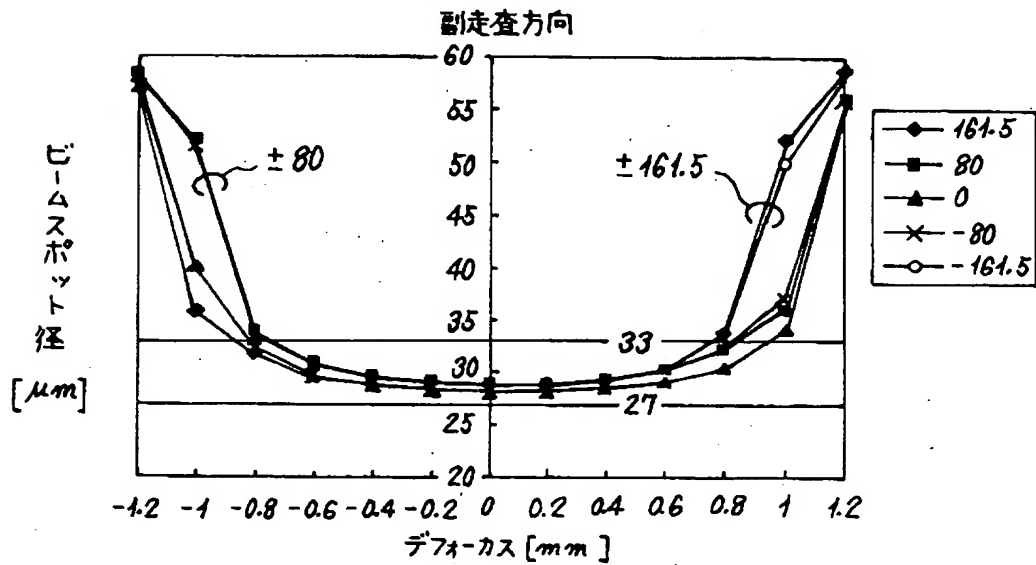


【図9】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】樹脂製の光学素子を含む光走査装置において、温・湿度等の環境変動に起因する主・副走査方向の像面湾曲変動を有効に軽減させ、且つ波面収差を良好に補正することにより、光スポットのスポット径の変動を軽減し、なおかつ小径で良好な光スポットを実現する。

【解決手段】光源 1 からの光束をカップリングする第 1 光学系 2 と、第 1 光学系 2 からの光束を、主走査方向に長く略線状に集光する第 2 光学系 3 と、光偏向器 5 により偏向される偏向光束を被走査面 7 に向けて集光し、被走査面上に光走査のための光スポットを形成する第 3 光学系 6 とを有し、第 3 光学系 6 は 1 枚以上の樹脂製結像素子を有し、第 2 光学系 3 は、1 枚以上の樹脂製の結像素子 1 0、1 1 と、1 枚以上のガラス製の結像素子 1 2 を有し、第 2 光学系 3 の少なくとも 1 面は、副走査断面内において非円弧形状をなす副非円弧面であり、第 1 光学系側からの光束が副走査方向に最大の光束径をもって通過する結像素子 1 2 に形成されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006747]

1. 変更年月日 1990年 8月24日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
氏 名 株式会社リコー